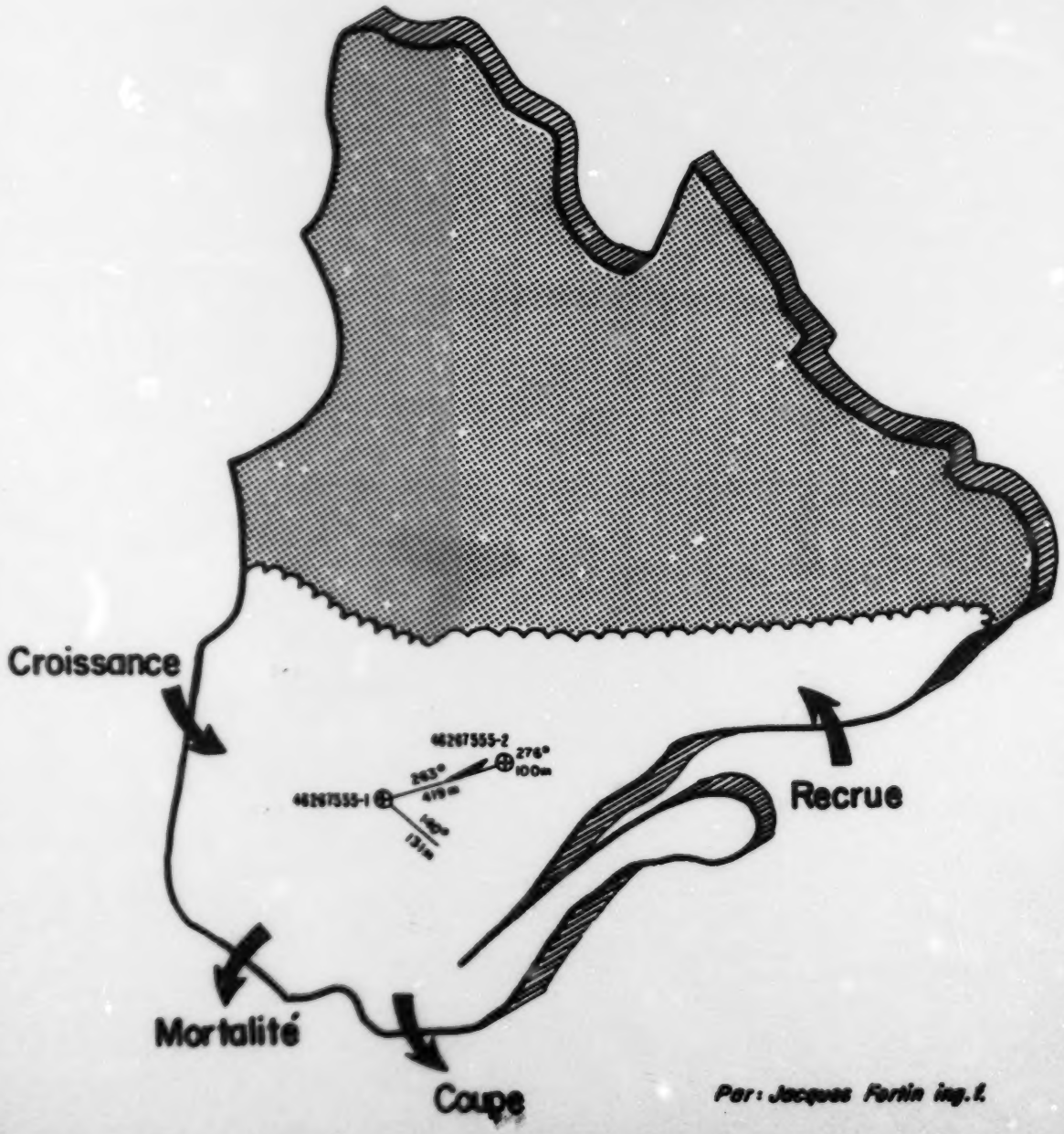
Québec

Les placettes-échantillons permanentes et leurs utilisations



Par: Jacques Fortin ing.f.

84- 2961 /

LES PLACETTES-ECHANTILLONS PERMANENTES ET LEURS UTILISATIONS

JACQUES FORTIN, Ing. f.
Service de l'Inventaire forestier
Ministère de l'Energie et des Ressources

SEPTEMBRE 1983

REMERCIEMENTS

L'auteur adresse ses remerciements à tout le personnel du service de l'Inventaire forestier qui a rendu possible l'élaboration du présent document. En particulier, le personnel professionnel pour la qualité de leurs commentaires.

Finalement, je tiens à remercier monsieur Charles Morin, ingénieur forestier au service de l'Informatique du ministère de l'Energie et des Ressources, qui a effectué le travail informatique sous-tendant ce document.

TABLE DES MATIERES

	Page
REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIERES	ii
LISTE DES ILLUSTRATIONS	iv
INTRODUCTION	1
1. CARACTERISTIQUES GENERALES	2
1.1 Contenu sommaire des p.e.p.	2
1.2 Distribution géographique et années de mesure	2
2. TYPES DE COMPILATION DISPONIBLES	6
2.1 Epuration des données contenues dans les p.e.p.	6
2.1.1 Elimination des arbres importuns	7
2.1.2 Elimination des arbres morts à la mesure 1	8
2.1.3 Correction des erreurs d'identification d'essences	8
2.1.4 Ajout d'informations à la mesure 2	8
2.1.5 Correction des diamètres non comparables	9
2.2 Listes standards	10
2.2.1 Images des p.e.p.	10
2.2.2 "Formulaires mesure 2"	12
2.2.3 Liste ZFS - P.E.P.	12
2.3 Compilation "extracto"	12
2.4 Compilation des accroissements annuels courants bruts et nets	14
2.4.1 But et méthodologie	14

Page

2.4.2 Explication du contenu de la compilation 14

3. MODELE DE SIMULATION DE LA CROISSANCE FORESTIERE 23

3.1 Modèle de prédiction des essences feuillues et résineuses établi par le Centre de Recherches forestières des Laurentides 23

3.2 Modèle de mise à jour par classe de diamètre 25

3.2.1 Calcul de la mortalité 26

3.2.1.1 Calcul du nombre d'arbres morts 26

3.2.1.2 Calcul du diamètre des arbres morts 27

3.2.2 Calcul des recrues 30

3.2.3 Mise à jour du diamètre des arbres survivants 30

3.2.4 Validation de la méthode 31

3.2.5 Remarques 34

4. UTILISATION DES PLACETTES PERMANENTES 36

4.1 Estimation de la précision du taux d'accroissement du volume marchand toutes essences, observé dans les p.e.p. 36

4.2 Ré-utilisation des placettes-échantillons permanentes 37

4.2.1 But 37

4.2.2 Contrôle des résultats 37

4.2.3 Remarques sur la ré-utilisation des p.e.p. 38

4.3 Ré-utilisation des placettes-échantillons temporaires (p.e.t.) 40

4.4 Facteurs d'actualisation 42

CONCLUSION 46

REFERENCES 48

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration		Page
1	CONTENU SOMMAIRE DES P.E.P.	3
2	ZONES D'INVENTAIRE OU LA 2ième MESURE DES P.E.P. EST COMPLETEE ET SECTEURS D'INTENSITE VARIABLE D'ECHANTILLONNAGE	4
3	DATE DE MESURE ET NOMBRE DE P.E.P. PAR ZONES D'INTAIRE	5
4	IMAGE D'UNE PLACETTE-ECHANTILLON PERMANENTE	11
5	LISTE ZFS	13
6	SCHEMA ILLUSTRANT LA METHODOLOGIE POUR CALCULER LES ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS BRUTS ET NETS	15
7	CALCULS DES ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS BRUTS ET NETS A PARTIR DES P.E.P.	16
8	COMPILATION DES ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS	17
9	SCHEMA ILLUSTRANT LE MODELE DE PREDICTION UTILISANT LES P.E.P. MIS AU POINT PAR LE C.R.F.L.	24
10	TABLE EMPIRIQUE DE PROBABILITE DE MORTALITE PAR CLASSE DE DIAMETRE	28
11	EXEMPLE DE CALCUL DU NOMBRE ET DES DIAMETRES DES ARBRES MORTS POUR UNE PLACETTE	29
12	POURCENTAGE D'ACCROISSEMENT EN DIAMETRE EN FONCTION DU D.H.P.	32
13	COMPARAISON ENTRE LES VALEURS OBSERVEES ET CALCULEES	33
14	SCHEMA ILLUSTRANT LE MODELE DE MISE A JOUR DES PLACETTES DE L'INVENTAIRE FORESTIER	35
15	ZONES D'INVENTAIRE FORESTIER	41
16	FACTEURS D'ACTUALISATION	44

INTRODUCTION

Au cours du dernier programme d'inventaire forestier (1970 à 1978), le service de l'Inventaire forestier (S.I.F.) a établi un réseau provincial de placettes-échantillons permanentes (p.e.p.). Depuis 1978, on procède au remesurage de ces p.e.p. Actuellement, plus de la moitié sont remesurées, dégageant ainsi quantité d'informations sur le développement et le comportement de la forêt.

Comme suite logique, le service de l'Inventaire forestier travaille présentement à utiliser ces différentes données pour ses propres besoins et à les rendre accessibles aux éventuels utilisateurs. Le présent document fait état de ces travaux.

On y retrouve dans un premier temps les caractéristiques générales du réseau: résumé du contenu des p.e.p., distribution et dates de mesure; dans un deuxième temps, on y traite des différents développements actuellement disponibles, soit qu'il s'agisse de listes ou compilations rendant l'information disponible ou plus spécifiquement d'outils ayant des fonctions bien précises. Finalement, on présente les différentes utilisations des p.e.p., envisagées par le S.I.F., vis-à-vis le nouveau programme d'inventaire forestier et la mise à jour des données forestières déjà disponibles.

Il est entendu qu'il ne s'agit pas d'un document exhaustif en la matière. Toutefois, le lecteur prendra connaissance des travaux effectués et sera en mesure de les situer par rapport à ses besoins.

1. CARACTERISTIQUES GENERALES

1.1 Contenu sommaire des p.e.p.

Pour faciliter la tâche du lecteur, on retrouve, à ce point, le résumé de l'information contenue dans les placettes permanentes. Il est à noter que celles-ci sont décrites en détail dans une publication du service de l'Inventaire forestier intitulée "Parcelles-échantillons permanentes - normes techniques 1979, S.I.F. mai 1979, 112 pages".

L'illustration 1 fournit l'image résumée du contenu d'une p.e.p. On y retrouve l'identification des types d'informations récoltés en forêt.

1.2 Distribution géographique et années de mesure

Les placettes sont distribuées aléatoirement sur tout le territoire forestier québécois, aussi bien sur terrains publics que privés. L'établissement des 7 155 p.e.p. a été fait progressivement en fonction des zones d'inventaire du dernier programme décennal.

On distingue trois secteurs où l'intensité d'échantillonnage varie. Ceux-ci, représentés à l'illustration 2, sont créés de façon à tenir compte, dans une certaine mesure, de la complexité de la forêt. Ils correspondent dans l'ensemble, à la forêt feuillue, résineuse et mélangée.
La même illustration fait également état du remesurage en date de septembre 1983.

L'illustration 3 donne l'année des différentes mesures de même que le nombre de placettes par zone d'inventaire.

ILLUSTRATION : 1

CONTENU SOMMAIRE DES P.E.P.

- **CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES**
  - 1.1 : NUMÉRO DE LA P.E.P.
  - 1.2 : FORME ET DIMENSION
  - 1.3 : STRATE CARTOGRAPHIQUE
  - 1.4 : STRATE TERRESTRE
  - 1.5 : CLASSE D'ÂGE
  - 1.6 : NOMBRE DE TIGES MARCHANDES
  - 1.7 : COMPOSANTES TERRITORIALES (ZFS)
- **RÉGÉNÉRATION**
  - 2.1 : IDENTIFICATION
  - 2.2 : DÉNOMBREMENT
- **CARACTÉRISTIQUES DE LA STATION**
  - 3.1 : SEMIS
  - 3.2 : DRAINAGE
  - 3.3 : TOPOGRAPHIE
  - 3.4 : EXPOSITION
  - 3.5 : PENTE
  - 3.6 : SOL-TEXTURE
  - 3.7 : SOL-DÉPÔT
- **VÉGÉTATION**
  - 4.1 : IDENTIFICATION
  - 4.2 : POURCENTAGE DE RECOUVREMENT
- **DESCRIPTION DES ARBRES**
  - 5.1 : NUMÉROTATION
  - 5.2 : ÉTAT
  - 5.3 : ESSENCES
  - 5.4 : D.H.P.
  - 5.5 : ÉTAGE
  - 5.6 : BRANCHAGE
  - 5.7 : DÉFOLIATION
  - 5.8 : VIGUEUR
  - 5.9 : PATHOLOGIE
  - 5.10 : DÉFAUT
  - 5.11 : UTILISATION
  - 5.12 : QUALITÉ
- **OBSERVATIONS D'ARBRES**
  - 6.1 à 6.12 IDEM À 5.1 à 5.12
  - 6.13 : HAUTEUR TOTALE
  - 6.14 : HAUTEUR UTILE
  - 6.15 : ÂGE
  - 6.16 : DIAMÈTRE DE LA CARIE
  - 6.17 : LOCALISATION DE LA CARIE
  - 6.18 : CROISSANCE DES 5 DERNIÈRES ANNÉES
  - 6.19 : CROISSANCE DES 10 DERNIÈRES ANNÉES
  - 6.20 : D.H.S.

ZONES FORESTIÈRES ET ZONES D'INVENTAIRE OÙ LA DEUXIÈME MESURE EST COMPLÉTÉE (1985)

ILLUSTRATION: 2

Illustration: 3

DATE DE MESURE ET NOMBRE DE P.E.P. PAR
ZONE D'INVENTAIRE

Numéro	Nom	1ère mesure	2ième mesure (nb. de p.e.p.)
1	Cantons de l'Est	70	78(360)-79(67)-80(77)
2	Charlevoix	71-72	78(276)
3	Basse Gatineau	71	78(735)
4	Mistassini	71	79(224)
5	Témiscamingue	72	79(944)
6	Matagami	72	79(184)
7	Haute Gatineau	73	80(232)
8	La Tabatière	71-72-73	(200)
9	Haut St-Maurice	74	80(210)
10	Manicouagan	74-75	80(172)
11	Quévillon	75	80(293)
12	Péribonca	75	80(146)
13	Rouyn Noranda	75	81(330)
14	Bas St-Laurent	75	81-82-83(240)*
15	Mont-Tremblant	76	(866)
16	Sept-Iles	76-77	(238)
17	Pipmaukin	76	(184)
18	Gaspésie	76	(184)
19	Bas St-Maurice	76	(790)
20	Mingan	77	(151)
26	Anticosti	75-76	(30)
27	Eastmain	69	79(22)
		TOTAL:	7 155 p.e.p.

* 204 p.e.p. sont remesurées

2. TYPES DE COMPILATION DISPONIBLES

Les pages suivantes traitent des diverses compilations possibles à partir des p.e.p. Il est important de mentionner que celles-ci sont accessibles pour n'importe quel territoire. Il s'agit de définir l'avis d'extraction correspondant ou de fournir la liste des p.e.p. désirées. Cependant, pour certaines compilations, il faut tenir compte de quelques contraintes:

- Considérant l'intensité d'échantillonnage, des territoires trop restreints peuvent amener un nombre insuffisant de p.e.p.
- Pour les compilations mettant en relation deux mesures consécutives, il faut évidemment s'assurer que les deux soient réalisées (illustration 3).

2.1 Epuration des données contenues dans les p.e.p.

On peut subdiviser les compilations des placettes permanentes en deux catégories distinctes: celle ne mettant pas en relation les deux mesures, ex. les listes standards et celle où cette relation est faite,
ex. la compilation des accroissements annuels décrite à la section 2.4.

Dans cette dernière catégorie, il est nécessaire de procéder à l'épuration des données contenues dans les p.e.p. En effet, il arrive que certaines données sont aberrantes ou incompatibles et conséquemment, annotées d'un astérisque lors de la validation des placettes. Ainsi, lors de leur utilisation, il faut les modifier afin d'éviter d'une part, d'éliminer

une partie importante de l'information récoltée à grand prix et d'autre part, de fausser les résultats. Ce filtrage est une étape préalable et indispensable à l'utilisation des p.e.p.

Toutefois, si pour des raisons quelconques, un utilisateur désire conserver telles quelles les données modifiées par le filtre, il peut le faire en tout temps.

Les prochaines lignes font la description du filtre. Il faut se rappeler que seules les données erronnées (marquées d'un astérisque) sont considérées. Le filtre comprend cinq principaux points:

2.1.1 Elimination des arbres importuns

Détection et suppression des arbres suivants à la mesure 2.

Code*	Description
25	Intrus: arbre mesuré par erreur à la mesure précédente.
28	A exclure à cause de la réduction du rayon de la placette.
29	Etiquette disparue, non identifiable.
30	Oublié, vivant et debout.
31	Oublié, vivant et penché.
32	Oublié, vivant et chablis.

Le cas échéant, l'arbre correspondant à la mesure 1 est également éliminé. Notons qu'il faut éliminer les arbres de codes 29, 30, 31, 32 parce qu'ils n'ont pas d'arbres correspondants à la mesure 1, donc inutilisables pour calculer les accroissements. De plus, ces cas étant très peu fréquents, l'impact sur le nombre de tigès et le volume est négligeable.

* Parcelles-échantillons permanentes, normes techniques, S.I.F. 1979.

2.1.2 Elimination des arbres morts à la mesure 1

Tous les arbres suivants:

Code	Description
13	Arbre mort, debout, entier et récupérable.
14	Arbre mort, debout, entier et non récupérable.

Sont éliminés à la mesure 1 de même que l'arbre correspondant à la mesure 2. En fait, il s'agit de supprimer aux deux (2) mesures les arbres morts à la mesure 1.

2.1.3 Correction des erreurs d'identification d'essences

Dans certains cas, l'identification d'un arbre à la mesure 2 diffère de celle inscrite à la mesure 1. La correction s'effectue en remplaçant l'essence à la mesure 1 par celle donnée à la mesure 2. En effet, lors de la 2ième mesure, on a en main le relevé de la 1ère mesure; conséquemment, l'identification de l'essence y est beaucoup plus sûre puisqu'en cas de conflit, on fait les vérifications nécessaires.

2.1.4 Ajout d'informations à la mesure 2

Les arbres suivants n'ont pas d'identification, ni de diamètre à la mesure 2:

Code	Description
24	Mort, non récupérable et chablis.
26	Coupé, non utilisé.
27	Coupé, utilisé.

Dans ce cas, on utilise l'essence et le diamètre de la mesure 1 pour compléter la mesure 2.

2.1.5 Correction des diamètres non comparables

A maintes occasions, les diamètres récoltés dans les deux (2) mesures sont non comparables pour diverses raisons. Eliminer ces arbres systématiquement ferait perdre une partie trop importante des données et fausserait les résultats. C'est pourquoi les trois (3) procédures suivantes ont été retenues suivant la nature des cas:

1er cas: Le diamètre à la mesure 1 est plus petit ou égal au diamètre à la mesure 2. Dans le cas où l'accroissement annuel en diamètre est plus grand que 1 cm, le diamètre à la mesure 2 est donné aux deux mesures.

Dans les autres cas, les diamètres restent tels quels, et le code non comparable est effacé.

2ième cas: Le diamètre à la mesure 1 est plus grand que le diamètre à la mesure 2 et cette différence est inférieure ou égale à 5% par rapport au diamètre de la mesure 2. Dans ce cas, le diamètre à la mesure 2 est considéré comme bon et on donne ce même diamètre à la mesure 1. Ces arbres sont conservés pour tous les calculs mettant en relation les deux (2) mesures (e.g. le calcul des accroissements annuels courants bruts).

3ième cas: Le diamètre à la mesure 1 est plus grand que le diamètre à la mesure 2 et cette différence est supérieure à 5%. On effectue

la correction comme précédemment i.e. que le diamètre de la mesure 2 est retenu pour les deux (2) mesures. Cependant, ces arbres ne sont conservés que pour les calculs concernant la mesure 1 (ex.: ils servent à déterminer le volume et le nombre de tiges à la mesure 1). Ils sont exclus des calculs reliant les deux (2) mesures.

Le niveau de tolérance de 5% a été retenu parce qu'il s'agit d'une erreur généralement acceptable. Egalement, il permet de récupérer tous les arbres dont les diamètres non comparables sont imputables aux:

- différentes tensions du galon circonférentiel;
- frottement de l'écorce avant la mesure du diamètre;
- rétrécissement possible de l'arbre dû à la période de prise de données.

Finalement, dans les 2ième et 3ième cas, on a retenu le diamètre à la mesure 2 pour les deux (2) mesures, étant donné la plus grande fiabilité de celui-ci puisque, comme on le sait, lors de la deuxième mesure, on a en main le relevé de la première mesure. De plus, dans ces cas, le diamètre à la mesure 1 est plus grand que le diamètre à la mesure 2; l'erreur est donc minimisée en conservant ce dernier.

2.2 Listes standards

2.2.1 Images des p.e.p.

L'image d'une p.e.p. fournit toutes les informations récoltées sur le terrain. L'illustration 4 en fournit un exemple. Lorsque les deux mesures sont complétées, il est possible de fournir les deux images (mesures 1 et 2) consécutivement.

ILLUSTRATION : 4

IMAGE D'UNE PLACETTE-ECHANTILLON PERMANENTE

DATE : 1982-08-30 M.E.R. SERVICE DE L'INVENTAIRE FORESTIER PAGE : 3
PLACETTES PERMANENTES(81)

PEP NO [illegible] MESURE 1 TRAVAIL TYC DATE YY-MO-DJ F/R 11 STRATE--CARTO-- M-CO-TMH -CO-S STRATE-TERRESTRE V-IO-TH -DS-S C.AGE TIGES 032 ----TPA---- DS-STRUTHU-CO

REGENERATION : OBV:03+01+00+00=04 SAB:00+00+00+01=01

CARACTERISTIQUES : SEMIS:0000 DRAINAGE:2 TOPO:2 EXPOSITION:13 PENTE:2 SOL-TEXTURE:2 SOL-DEPOT:1

VEGETATION : ARB-2 CLB-1 COC-2 BIR-1 ERR-2 MAC-3 OBV-2 POP-1 PTA-2 SAB-1 VAR-1 VIB-4

DESCRIPTION DES ARBRES NO.	ET	ESS	DHP	E	B	D	V	P	DE	U	Q	--OBSERVATIONS D'ARBRES--- HT	HU	AGE	DC	L	S	IO	S
001	10	PEG	0214	C	O	O	3	09	07	3	B								
006	10	PEG	0271	C	O	O	3	10	27	2	C								
008	10	PEG	0218	C	O	1	3	10	99	2	C								
010	10	PEG	0203	C	O	O	3	10	27	2	C	201	000	000	000		00	00	
014	10	PEG	0214	C	O	O	3	09	07	3	B								
016	10	PEG	0168	C	O	1	3	11	79	2	P								
020	10	PEG	0198	C	O	1	3	10	27	2	C	223	000	000	000		00	00	
024	10	PEG	0147	C	O	O	3	10	27	2	P								
026	10	PEG	0180	C	O	O	3	11	27	2	P								
028	10	PEG	0248	C	O	1	3	01	07	3	B								
031	10	SAB	0230	C	4	1	3	00	00	3	B								
032	10	PEG	0184	C	O	O	3	11	27	2	C	218	000	000	000		00	00	
038	10	ERS	0183	1	O	O	2	00	77	3	P								
042	10	ERS	0154	1	O	O	2	00	77	3	P								
048	10	SAV	0082	2	O	O	2	00	27	3	E								

DESCRIPTION DES ARBRES NO.	ET	ESS	DHP	E	B	D	V	P	DE	U	Q	--OBSERVATIONS D'ARBRES--- HT	HU	AGE	DC	L	S	IO	S
004	10	PEG	0210	C	O	O	3	10	48	3	C								
007	10	PEG	0241	C	O	O	3	02	00	3	B								
009	10	PEG	0238	C	O	O	2	00	07	3	B								
011	10	PEG	0231	C	O	O	3	02	00	3	B								
015	10	PEG	0210	C	O	1	3	00	07	3	B								
017	10	PEG	0178	C	O	1	3	11	00	2	P								
021	10	ERS	0130	1	O	O	3	20	27	3	P								
022	10	PEG	0196	C	O	O	3	00	00	3	B								
025	10	PEG	0205	C	O	O	3	00	00	3	B								
030	10	SAB	0193	1	3	1	2	00	07	3	B	158	110	050	000		00	13	
032	10	ERS	0124	1	O	O	3	00	07	3	E								
034	10	PEG	0156	C	O	O	3	11	00	3	P								
037	10	PEG	0240	C	O	O	3	00	00	3	B								
040	10	PEG	0186	C	O	O	3	10	27	2	P	171	000	000	000		00	00	
043	10	ERS	0068	1	O	1	3	11	00	3	P								
046	10	ERS	0085	1	O	1	2	00	00	3	E								

INDEX DES ABREVIATIONS : ET=ETAT;E=ETAGE;B=BRANCHAGE;D=DEFOLIATION;V=VIGUEUR;P=PATHOLOGIE;DE=DEFAUTS;U=UTILISATION;Q=QUALITE
HT=HAUTEUR TOTALE;HU=HAUTEUR UTILE;DC=DIAMETRE DE LA CARIE;L=LOCALISATION;S=SDA;IO=IDA;S=DHS.

2.2.2 "Formulaire mesure 2"

Il s'agit du formulaire utilisé pour réaliser la mesure 2 sur le terrain. On y retrouve les résultats de la mesure 1 juxtaposés à l'endroit où l'on doit inscrire la mesure 2. Il permet de vérifier la concordance des données sur place et s'il y a lieu d'apporter les modifications nécessaires. Etant donné l'usage spécifique de ce formulaire, il n'est pas illustré.

2.2.3 Liste ZFS - P.E.P.

Cette compilation, illustrée à la figure 5, contient les informations suivantes: la composante territoriale et le numéro de la p.e.p. de même que ses appellations cartographiques et terrestres aux mesures 1 et 2. Parmi les utilisations de cette liste, mentionnons:

- Identification des p.e.p. disponibles à l'intérieur du territoire extrait.
- Permet de choisir et par la suite, de compiler certaines p.e.p.
- Identification des p.e.p. perturbées ou non.

2.3 Compilation "extracto"

Cette compilation n'a pas de forme standard. Elle varie d'une demande à l'autre, dépendemment de l'information requise par l'utilisateur.

Elle permet de compiler n'importe quelles données contenues dans les p.e.p. Les possibilités sont nombreuses mais à titre d'exemple, une compilation "extracto" peut répondre aux interrogations suivantes:

DATE: 1982-01-13 M.E.R. SERVICE DE L'INVENTAIRE FORESTIER
PLACETTES PERMANENTES(81)

CEDULE:02 PP10134 TOUTES STRATES

I F S	PLACETTES	MESURE 1 CARTO		TERRESTRE		MESURE 2 CARTO		TERRESTRE	
1132C15SE03	484076381	ROOE	A42	ROOE	C32	ROOE	A42	ROOE	C32
	484076382	R50	1	R50E	1	R50	1	ROOE	D42
	484076331	ROOP6	C32	ROOE	C35	ROOP6	C32	ROOEE	C35
	484076332	FOOFI	B33	FOOBB	C35	FOOFI	B33	MOOBBRF	C35
1132C15SE04	484076401	ROOP6	A32	ROOP6E	B32	ROOP6	A32	ROOEE	A35
	484076402	ROOE	C35	ROOE	D35	ROOE	C35	ROOEE	D35
	485276371	ROOE	C35	ROOE	C32	ROOE	C35	ROOEE	C35
	485276372	R50	1	ROOE	D42	R50	1	ROOEE	D45
1132C15SE06	484076411	ROOE	C32	ROOE	D32	ROOE	C32	ROOEE	C32
	484076412	MOOFIR	B32	MOOBBRF	B32	ROOE	C32	MOOBBRR	B32
1132C16NE02	485676021	ROOP6	A23	ROOEP6	B35	ROOP6	A23	ROOEE	B35
	485676022	ROOE	B25	ROOEE	C25	ROOE	B25	ROOEE	B35
1132F01SE05	490876181	ROOE	B42	ROOEE	B32	ROOE	B42	ROOE	B32
	490876182	Y0		MYOBBRR	1	Y0		MYOBBRR	1
1132F02NW07	491076311	ROOE	A33	ROOEE	C32	ROOE	A33	R30E8	C35
	491076312	ROOE	D25	ROOEE	B35	R20E	D25	ROOE	B35
1132F07NE02	492576311	M20FIR	C25	M20TRRR	C25	M20FIR	C25	MOOTRRR	C25
	492576312	ROOE	B25	ROOEE	C25	ROOE	B25	ROOE	C25
1132F07SE01	491676351	MOOFIR	D35	R20SE	D25	MOOFIR	D35	MOOBBRF	1
	491676352	ROOE	B33	R20EE	B35	ROOE	B33	ROOE	B35
1132F08NE07	493076072	ROOE	C23	ROOEE	D32	ROOE	C23	ROOEE	C35
1132F08NE08	493076071	ROOE	C33	R20EE	D22	ROOE	C33	ROOEE	D25
1132F08SE09	491876061	FOOFI	C25	MOOBBRF	C35	FOOFI	C25	MOOBBRF	C35
	491876062	FOOFI	C25	MOOFIRF	C25	FOOFI	C25	MOOBBRF	C25
1132F08SW01	491676181	ROOE	B32	ROOEE	B32	ROOE	B32	ROOEE	B32
	491676182	ROOE	C33	ROOEE	A32	ROOE	C33	ROOEE	A32
1132F10SW01	493376511	ROOE	C35	M20BBRR	C25	ROOE	C35	M20BBRR	C25
	493376512	ROOE	R32	MOOBBRR	B25	ROOE	B32	ROOE	A32
1132604NW06	491275471	ROOE	D25	ROOEE	D25	ROOE	D25	ROOE	C25
	491275472	R20E	D35	ROOEE	C35	ROOP6	B23	ROOE	B25

- Quel est le pourcentage de mortalité du sapin baumier en 1980 dans les p.e.p. de la zone d'inventaire Haute Gatineau?
- Quelle est la répartition des p.e.p. en fonction des classes de drainage pour un territoire donné?

La compilation "extracto" permet souvent de stratifier le territoire, en fonction de critères prédéterminés, en vue d'une utilisation ultérieure. Par exemple, l'accroissement de l'érable rouge en fonction du type de drainage.

2.4 Compilation des accroissements annuels courants bruts et nets

2.4.1 But et méthodologie

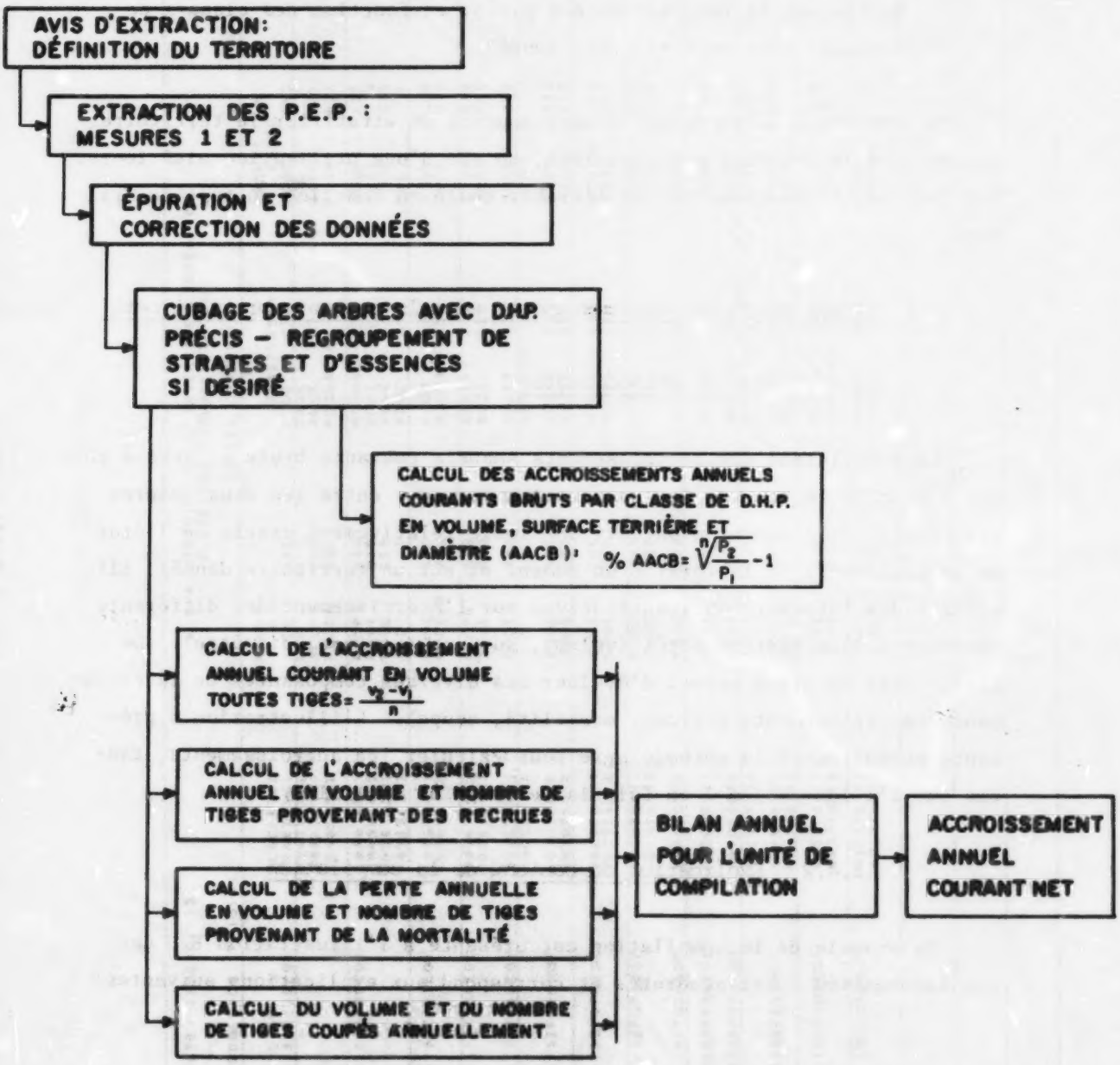
La compilation des accroissements annuels courants bruts et nets a pour but d'établir le constat des changements survenus entre les deux mesures des p.e.p. Elle permet d'obtenir une image relativement exacte de l'état de la croissance de la forêt à un moment et sur un territoire donné. Elle apporte des informations quantitatives sur l'accroissement des différents paramètres décrivant la forêt (volume, surface terrière, diamètre). De plus, cette fonction permet d'évaluer les diverses composantes de la croissance (accroissement, recrues, mortalité, coupe). L'illustration 6 présente sommairement la méthodologie pour calculer les accroissements, tandis que l'illustration 7 en fait la description détaillée.

2.4.2 Explication du contenu de la compilation

Un exemple de la compilation est présenté à l'illustration 8. Chaque information y est numérotée et correspond aux explications suivantes:

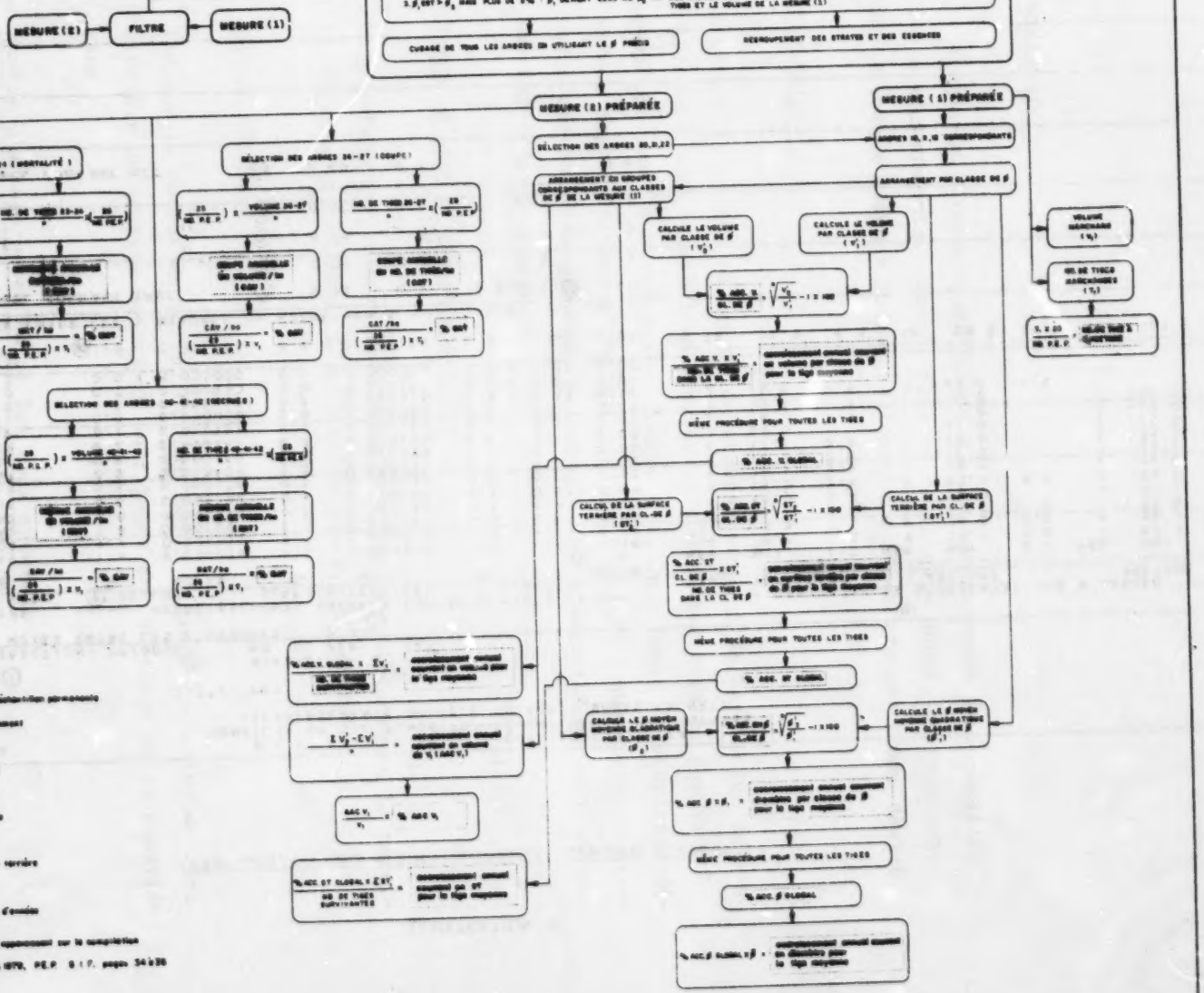
ILLUSTRATION :6

SCHÉMA ILLUSTRANT LA MÉTHODOLOGIE POUR CALCULER LES ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS BRUTS ET NETS



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de l'inventaire forestier

CALCUL DES ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS BRUTS ET NETS À PARTIR DES P.E.P.



P.E.P. Placette-échantillon permanente
ACC Accroissement
A Annuel
C Courant
NB Nombre
D Diamètre
V Volume
ST Surface terrière
CL Classe
n Nombre d'années

Résultat apparaissant sur la compilation

Voir : Normes techniques 1979, P.E.P. 8.1.P. pages 34 à 38

1°: ÉLIMINATION DES ARBRES 20-30-29-30-31-32*
2°: ÉLIMINATION DES ARBRES 20-21-22-23-24-26-27 DONT L'ARBRE CORRESPONDANT À LA MESURE (1) EST 10-11-12
3°: IDENTIFIER LES ARBRES 24-26-27 AVEC L'ESSENCE DE LA MESURE (1)
4°: CORRECTION DES ESSENCES NON-COMPARABLES EN PRENANT L'ESSENCE DE DE LA MESURE (2)
5°: CORRECTION DES DIAMÈTRES NON-COMPARABLES:
1. $Ø_2 \leq Ø_1$: si $Ø_2 - Ø_1 > 8$ cm => $Ø_2 = Ø_1$; DIAM $Ø_1$ ET $Ø_2$ RESTENT TEL QUEL
2. $Ø_2$ EST > $Ø_1$ MAIS MOINS DE 5% : $Ø_2$ DEVIENT ÉGAL AU $Ø_1$ => CES ARBRES SONT CONSERVÉS POUR TOUTES LES ÉTAPES DES CALCULS
3. $Ø_2$ EST > $Ø_1$ MAIS PLUS DE 5% : $Ø_2$ DEVIENT ÉGAL AU $Ø_1$ => CES ARBRES SONT CONSERVÉS SEULEMENT POUR DÉTERMINER LE NOMBRE DE TIGES ET LE VOLUME DE LA MESURE (1)
CUBAGE DE TOUS LES ARBRES EN UTILISANT LE Ø PRÉCIS
REGROUPEMENT DES STRATES ET DES ESSENCES

ILLUSTRATION : 8

COMPILATION DES ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS

DATE: 1982-09-22

M.E.R. SERVICE DE L'INVENTAIRE FORESTIER
COMPILATION DES PLACETTES-ECHANTILLONS PERMANENTES
ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS BRUTS ET NETS

CEDULE: 01 TITRE: PEP

ESSENCE(S): EPN (1) STRATE(S): M (2)

NO. D'ANNEE D'EXTRACTION: PE8000P (3) NB. DE PEP: 44 (4)

NOMBRE D'ANNEES MOYEN ENTRE LES 2 MESURES : 9.41 (5)

CLASSE DE DIAMETRE (6)	TIGES UTILISEES (7)	ACCROISSEMENTS ANNUELS COURANTS BRUTS — VOLUME M3/AN	%	SURFACE TERRIERE M2/AN	%	DIAMETRE E-T (8)	CM/AN
10	190	7.8	0.001036	2.8	0.000220	1.4 (1.4)	0.14
12	104	4.7	0.001338	3.4	0.000278	1.2 (1.1)	0.14
14	65	1.6	0.001061	1.1	0.000167	0.6 (0.6)	0.08
16	49	1.0	0.000879	0.6	0.000122	0.3 (0.4)	0.05
18	53	0.8	0.000732	0.4	0.000102	0.2 (0.3)	0.04
20	30	0.3	0.000378	0.2	0.000084	0.2 (0.2)	0.05
22	27	0.3	0.000434	0.2	0.000077	0.1 (0.1)	0.04
24	31	0.2	0.000478	0.2	0.000089	0.1 (0.1)	0.02
26	18	0.2	0.000562	0.2	0.000105	0.1 (0.1)	0.03
28	10	0.1	0.000331	0.2	0.000124	0.1 (0.1)	0.03
30	11	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.0 (0.0)	0.00
32	9	0.6	0.000813	0.6	0.000475	0.3 (0.3)	0.10
34	3	0.2	0.000933	0.2	0.000181	0.1 (0.0)	0.03
36	2	0.0	0.000000	0.0	0.000000	0.0 (0.0)	0.00
DIAM. MOYEN 16.8 (9)	644	1.0	0.001003	0.8	0.000178	0.4 (1.0)	0.07

(10) STATISTIQUES D'OBSERVATIONS D'ARBRES

HAUT. TOTALE(M) NBR	MOY.	E-T	AGE/DHP NBR	MOY.	E-T	AGE/DHS NBR	MOY.	E-T
12	7.7	1.2	9	34.1	5.8	4	54.7	23.6
21	8.3	1.5	9	36.8	12.3	9	58.7	24.8
8	11.8	1.4	4	85.5	37.0	1	51.0	
7	14.5	3.8	1	28.0		6	107.1	18.2
6	16.3	2.9	2	103.0	9.9	4	108.5	9.9
8	18.1	1.5	1	118.0		8	122.6	10.7
5	18.6	2.0	1	118.0		4	128.5	11.0
6	17.1	2.3	1	120.0		6	134.8	27.8
1	20.0		1	61.0		2	118.0	4.2
2	18.0	1.4	1	93.0		1	122.0	
3	20.6	.7	1	118.0		1	130.0	
2	16.5	1.9	2	108.0	16.8			
78	12.8	4.8	33	35.8	24.1	47	104.1	38.8

BILAN ANNUEL MOYEN ENTRE LES 2 MESURES -- M3/HA --- % --- TIGE/HA ---- %

ACCROISSEMENT ANNUEL COURANT BRUT	(11)	0.38	0.8	(412.5) (12)	----
RECRUE ANNUELLE	(13)	0.06	0.2	7.9	1.9
MORTALITE ANNUELLE	(14)	- 0.76	- 1.8	- 5.2	- 1.3
COUPE ANNUELLE	(15)	- 0.00	- 0.0	- 0.0	- 0.0
ACCROISSEMENT ANNUEL COURANT NET	(16)	-0.29	-0.7	2.7	0.6

1) Essence(s):

Il s'agit de l'essence ou groupe d'essences retenues pour compiler les accroissements. Ainsi, pour un territoire donné, on peut compiler chaque essence individuellement ou les regrouper comme désiré.

2) Strate(s):

Réfère à la strate ou groupe de strates servant de territoire de compilation. Une compilation regroupant toutes les strates équivaut à compiler tout le territoire. Encore ici, on a toute la souplesse désirée; cependant lors d'une compilation n'incluant que quelques strates d'une unité de gestion par exemple, on s'expose à obtenir un nombre insuffisant de p.e.p.

3) Numéro d'avis d'extraction:

On y retrouve le numéro de l'avis d'extraction définissant le territoire. Celui-ci permet l'extraction des p.e.p. désirées.

4) Nombre de p.e.p.:

Indique le nombré de p.e.p. qui ont servi à faire les calculs. Cet item est un critère important pour juger de la valeur de la compilation.

5) Nombre d'années moyen entre les deux mesures:

Il s'agit du nombre d'années entre les deux (2) mesures utilisées pour établir les taux. Si cette valeur diffère selon les placettes, on utilise le nombre moyen obtenu par pondération.

6) Classes de diamètre:

Enumération de toutes les classes de diamètre rencontrées dans les placettes.

7) Diamètre moyen:

Diamètre moyen de toutes les tiges marchandes vivantes à la mesure 1.

8) Nombre de tiges utilisées:

Il s'agit des tiges vivantes à la mesure 1 qui le sont encore à la mesure 2. Elles permettent le calcul de l'accroissement annuel courant d'une tige d'un diamètre donné. De plus, cette information sert également d'indicateur de la valeur d'un calcul qui est fonction de la quantité de tiges disponibles.

9) Accroissements annuels courants bruts en % et unités pour le volume, la surface terrière et le diamètre par classe de diamètre:

Il s'agit des accroissements annuels courants bruts en volume, surface terrière et diamètre pour la tige moyenne d'une classe de diamètre donnée. Ces taux et valeurs sont calculés à partir des tiges vivantes à la mesure 1 qui sont survivantes à la mesure 2.

10) Accroissements annuels courants bruts en % et unités pour le volume, la surface terrière et le diamètre, pour la tige moyenne vivante à la mesure 1:

Ce sont les valeurs selon lesquelles l'arbre moyen de la mesure 1, i.e. calculé à partir des arbres vivants à la mesure 1 qui sont survivants à la mesure 2, s'accroît.

Les points 9 et 10 sont des valeurs relatives à la croissance intrinsèque de l'arbre, i.e. sans tenir compte des facteurs extérieurs tels la coupe, la mortalité et les recrues. Ils quantifient la croissance des arbres vivants, communs aux deux mesures, en se référant à leur état initial à la mesure 1.

Par opposition aux points 12 à 17 où le volume de référence, pour calculer les accroissements, est le volume de toutes les tiges de la mesure 1; soit celui des arbres survivants aux deux mesures, plus celui des arbres qui vont soit mourir, soit être coupés entre les deux mesures.

11) Ecart-type:

Indique l'écart-type du pourcentage annuel de croissance en diamètre.

12) Accroissement annuel courant brut en m^3/ha et %:

Il s'agit de l'accroissement annuel courant brut du volume à l'hectare de la mesure 1 provenant de l'accroissement des tiges vivantes. Le % indique avec quel taux le volume de la mesure 1 s'accroît grâce à la croissance des arbres survivants.

13) Tiges/ha:

Indique le nombre de tiges à l'hectare de la mesure 1. Toutes les tiges y sont incluses: les tiges survivantes aux deux mesures, les tiges qui mourront et finalement celles qui seront coupées.

14) Recrues annuelles en m^3/ha, %, tiges/ha, %:

On y retrouve l'apport annuel en volume et nombre de tiges, de même que le % correspondant, par rapport à la mesure 1, provenant des recrues.

15) Mortalité annuelle en m^3/ha, %, tiges/ha, %:

On y retrouve la perte annuelle en volume et nombre de tiges de même que le % correspondant, par rapport à la mesure 1, imputable à la mortalité.

16) Coupe annuelle en m^3/ha, %, tiges/ha, %:

Indique la perte annuelle en volume et nombre de tiges de même que le % correspondant, par rapport à la mesure 1, imputable à la coupe.

17) Accroissement annuel courant net en m^3/ha, %, tiges/ha, %:

On y fait le bilan annuel de la croissance pour l'unité de compilation en faisant la somme algébrique des différentes composantes de la croissance. Ce bilan permet de juger de l'état de croissance de la forêt en examinant l'évolution du volume à l'hectare (accroissement positif ou négatif). Des renseignements intéressants sont également à tirer de l'examen de chacune des composantes de la croissance. Nous exprimons cependant des réserves concernant les données relatives à la coupe annuelle.

18) Statistiques d'observations d'arbres:

Les observations d'arbres qui ont été faites dans les p.e.p. sur les tiges dominantes et co-dominantes y sont compilées. On y retrouve la hauteur avec l'âge soit au D.H.P., soit au D.H.S. ou les deux selon le cas. Cela dépend de l'année où la mesure a été effectuée. Les valeurs moyennes pour toute la compilation sont données au bas des colonnes.

Ces données fournissent des indications sur l'âge de même que sur le site du territoire compilé.

Finalement, avant de clore le chapitre 3, il est bon de signaler qu'il existe au service de l'Inventaire forestier un guide de l'usager intitulé "Compilation des placettes-échantillons permanentes" (janvier 1982). Ce guide, à tirage limité, présente les différents formulaires du système de compilation des p.e.p. de même que la sortie d'ordinateur correspondante. Il est possible de consulter ce guide en tout temps au service de l'Inventaire forestier.

De plus, une autre publication du service de l'Inventaire forestier fournit pour chacune des zones forestières décrites précédemment, les pourcentages d'accroissements annuels courants bruts et nets. Ceux-ci sont disponibles par classe de diamètre et globaux pour chacune des essences rencontrées dans ces territoires. Cette publication est intitulée "La Croissance forestière au Québec" # E.R.C. 3209-11u.

3. MODELE DE SIMULATION DE LA CROISSANCE FORESTIERE

3.1 Modèle de prédiction des essences feuillues et résineuses établi par le Centre de Recherches forestières des Laurentides

La méthodologie du modèle de prédiction mise au point par Ung, Beaulieu et Demers (1981) a été transférée au ministère de l'Energie et des Ressources et est opérationnelle.

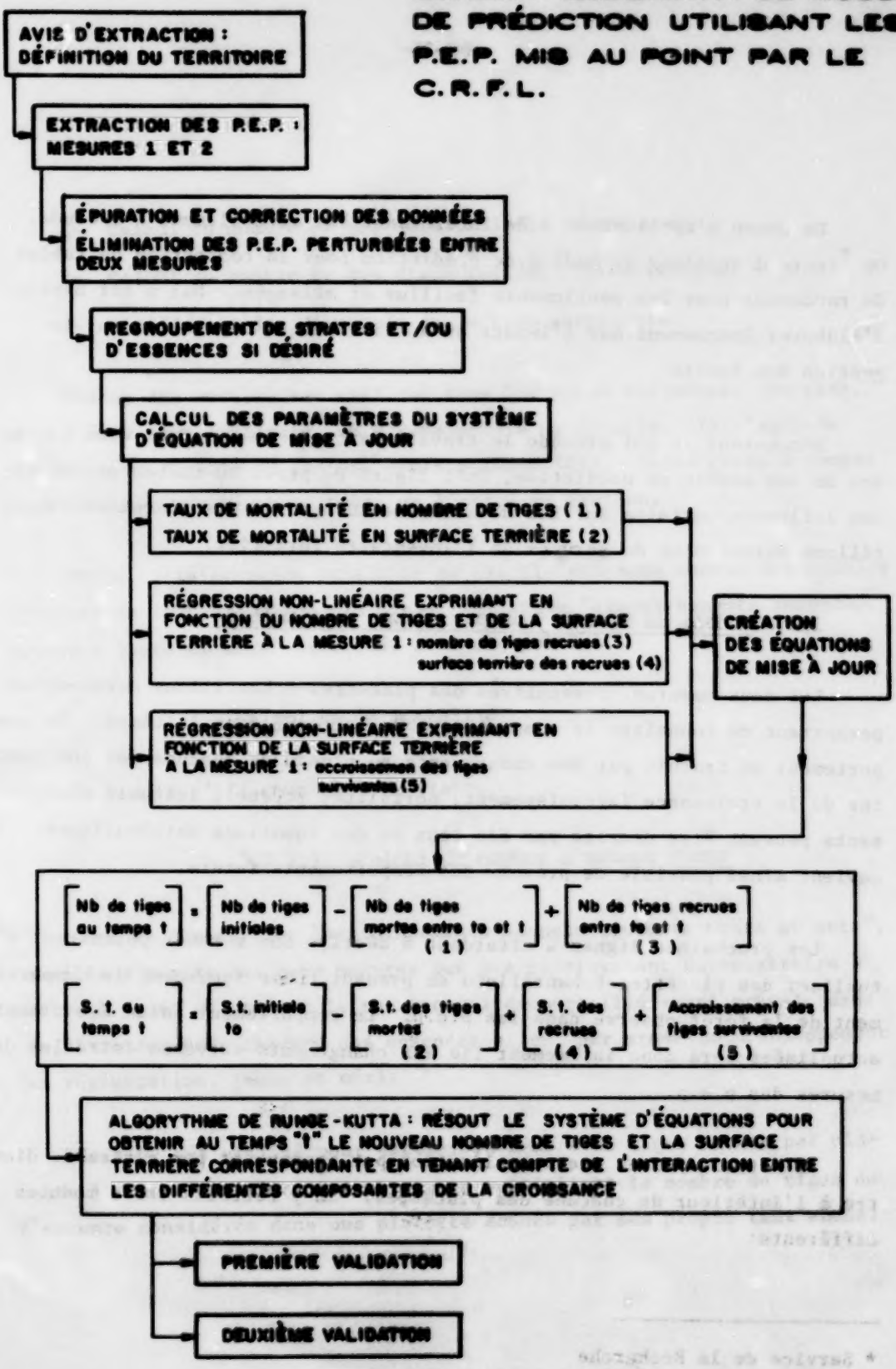
Le modèle étant fort complexe, il est hors de question d'en faire ici une description détaillée. Toutefois, l'illustration 9 en fait une présentation schématique. Pour de plus amples détails il est possible de consulter les différents rapports techniques, produits par le Centre de Recherches forestières des Laurentides, disponibles au service de l'Inventaire forestier.

Le modèle de prédiction permet d'actualiser ou de projeter dans le temps certaines données contenues dans les p.e.p.: nombre de tiges, surface terrière, volume et ce, total et par essence. L'horizon de projection ne devrait pas excéder le nombre d'années entre les deux mesures.

Les utilisations à court terme du modèle sont à développer. Son emploi pour la mise à jour de l'inventaire forestier est actuellement possible. Mais le fait que cette mise à jour est globale et non par classe de diamètre en atténue l'impact, surtout si l'on considère les besoins immédiats.

ILLUSTRATION-9

SCHÉMA ILLUSTRANT LE MODÈLE DE PRÉDICTION UTILISANT LES P.E.P. MIS AU POINT PAR LE C.R.F.L.



Un champ d'application très intéressant est actuellement à l'étude. On * tente d'utiliser le modèle de prédiction pour la confection de tables de rendement pour les peuplements feuillus et mélangés. Nul n'est besoin d'élaborer longuement sur l'impact qu'auraient de telles tables sur la gestion des forêts.

Nonobstant ce qui précède le travail fait par le C.R.F.L. dans le cadre de son modèle de prédiction, fait figure de proue au Québec et exerce une influence certaine sur les développements actuels des placettes-échantillons permanentes du service de l'Inventaire forestier.

3.2 Modèle de mise à jour par classe de diamètre

Les deux mesures consécutives des placettes-échantillons permanentes permettent de connaître le comportement de la forêt dans le temps. Ce comportement se traduit par des changements au niveau de chacune des composantes de la croissance (accroissement, mortalité, recrue), lesquels changements peuvent être décrits par des taux ou des équations mathématiques. Il devient ainsi possible de prévoir des comportements futurs.

Les prochaines lignes s'attardent à décrire une méthode permettant d'actualiser des placettes-échantillons en prenant comme fondement le comportement de la forêt observé dans les p.e.p. Le comportement futur des placettes actualisées sera donc intimement lié aux changements survenus entre les deux mesures des p.e.p.

La méthode permet une actualisation par essence et par classe de diamètre à l'intérieur de chacune des placettes. On y retrouve trois modules différents:

---

* Service de la Recherche
Ministère de l'Energie et des Ressources

1- Calcul du nombre et des diamètres des arbres morts.

2- Calcul du nombre et des diamètres des arbres-recrues.

3- Mise à jour des diamètres des arbres survivants.

Chacun des modules est expliqué dans les pages suivantes. De plus, afin d'être plus explicite, on y considérera un exemple. Il s'agit du pin blanc de l'unité de gestion Témiscamingue (81). Cette essence compte pour 8% du volume marchand total de l'unité de gestion.

Enfin, l'information préalable au calcul fait dans chacun des modules provient de la compilation des p.e.p. intitulée "accroissements annuels courants bruts et nets" présentée à la section 2.4.

3.2.1 Calcul de la mortalité

Ce module s'effectue en deux étapes.

3.2.1.1 Calcul du nombre d'arbres morts

Avec la compilation "accroissements annuels courants bruts et nets", compilée à partir des deux mesures des p.e.p. provenant du territoire à mettre à jour, on obtient le taux annuel de mortalité ayant prévalu dans ces placettes pour chacune des essences et ce, par stade de développement (en régénération, jeune et mûr).

Ce taux est utilisé pour estimer le nombre de tiges mortes par placette à venir. Celui-ci est obtenu en multipliant le nombre de tiges de l'essence considérée dans une placette donnée par son propre taux annuel

de mortalité et enfin, par le nombre d'années d'actualisation. Notons qu'il peut en résulter des fractions de tiges.

3.2.1.2 Calcul du diamètre des arbres morts

Après avoir estimé le nombre d'arbres à mourir, il faut déterminer dans quelle classe de diamètre ils se trouvent. Encore ici, le "passé sera garant du futur". Dans un premier temps, on établit une table empirique de probabilité de mortalité par classe de diamètre grâce à une compilation fournissant le nombre de tiges vivantes et mortes par classe de diamètre et par essence.

Pour le pin blanc, la table empirique de mortalité est donnée à l'illustration 10 (exemple).

Dans un deuxième temps, on établit la probabilité de mortalité de chacune des classes de diamètre représentée dans une placette. Il s'agit de pondérer la table empirique de mortalité par le nombre de tiges par classe de diamètre présent dans la placette.

Finalement, avec la table de mortalité pondérée pour la placette, on attribue des intervalles de probabilité de mortalité correspondants à chacune des classes de diamètre. Par la suite, autant de nombres aléatoires qu'il y a de tiges mortes sont générés entre les limites inférieures et supérieures de la somme des intervalles de probabilité, pour choisir la classe de diamètre de(s) l'arbre(s) mort(s).

Un exemple de calcul du nombre et du diamètre des arbres morts pour le pin blanc pour une placette est présenté à l'illustration 11.

Illustration: 10

(Exemple)

TABLE EMPIRIQUE DE PROBABILITE DE MORTALITE PAR CLASSE DE DIAMETRE

Pin blanc - unité de gestion Témiscamingue (81)

Classe de diamètre	Nombre de tiges vivantes	Nombre de tiges mortes	Probabilité de mortalité
10	25	5	0,17
12	29	3	0,09
14	17	4	0,19
16	24	0	0,00
18	31	3	0,09
20	22	1	0,04
22	19	0	0,00
24	21	1	0,05
26	12	1	0,08
28	12	1	0,08
30	15	2	0,12
32	16	0	0,00
34	11	0	0,00
36	11	0	0,00
38	12	0	0,00
40	15	1	0,06
42	10	0	0,00
44	7	0	0,00
46	6	0	0,00
48	5	1	0,17
50	2	0	0,00
52	5	1	0,17
54 +	13	0	0,00

Illustration: 11

EXEMPLE DE CALCUL DU NOMBRE ET DU DIAMETRE DES ARBRES MORTS POUR UNE PLACETTE

Pin blanc

Taux annuel de mortalité: 1,1% (stade de développement "mûr")

Nombre d'années d'actualisation: 5 ans

Classe de diamètre présente dans la placette	Nb. de tiges de PIB dans la placette (2)	Probabilité de mortalité (tableau 1) (3)	Probabilité de mortalité pondérée (3 x 2)	Intervalles de probabilité	Nombre aléatoire
10	10	0,17	1,70	0,01 à 1,70	(0,17)
12	14	0,09	1,26	1,71 à 2,96	(1,98)
14	--	0,19	--	--	
16	2	--	--	--	
18	3	0,09	0,27	2,97 à 3,23	
	29				

. Nombre d'arbres morts: 1,1% x 5 ans x 29 tiges: 1,6 tiges.

. Un nombre aléatoire est tiré pour chaque tige et/ou partie de tige morte. Dans ce cas, deux nombres aléatoires sont générés dans l'intervalle de 0,01 à 3,23. On a obtenu: 0,17 et 1,98. Donc on aura une tige de 10 cm de même que 0,6 tige de 12 cm de mortes en pin blanc dans cette placette pour la période de 5 ans.

3.2.2 Calcul des recrues

Le nombre de recrues à venir par placette pour une essence donnée est estimé, tout comme pour la mortalité, à partir du taux annuel de recrues observé entre les deux mesures. En ce qui concerne la classe de diamètre, toutes les recrues sont placées dans la classe de 10 cm. Cela est dans la grande majorité des cas justifié, considérant le temps relativement court envisagé pour l'actualisation des placettes (nombre d'années entre les deux mesures).

Toutefois, si à l'usage il devient nécessaire de simuler le comportement des placettes sur de plus longues périodes, on pourra toujours intégrer les recrues au module de mise à jour des diamètres.

Exemple - pin blanc

- Taux annuel de recrues: 0,7% (stade de développement "mûr").
- Nombre d'années d'actualisation: 5 ans.
- Nombre de tiges de pin blanc dans la placette: 29.

Donc le nombre de recrues: 0,7% x 5 ans x 29: 1,0

On aura une tige de 10 cm supplémentaire dans la placette.

3.2.3 Mise à jour du diamètre des arbres survivants

Ce module est de loin le plus important, puisque le volume et l'accroissement des arbres survivants sont, dans la plupart des cas, les composantes majeures du volume total de la forêt.

Le tableau des "accroissements annuels courants bruts et nets" fournit l'information nécessaire permettant la construction d'une équation mathématique exprimant le pourcentage d'accroissement annuel en diamètre en fonction du D.H.P. En effet, le pourcentage moyen d'accroissement annuel y est calculé par classe de diamètre pour toutes les tiges d'une essence donnée contenues dans les p.e.p.

A l'aide de cette équation de régression, il est possible de mettre à jour les diamètres en y appliquant le taux d'accroissement correspondant. Mentionnons enfin, que le taux utilisé varie annuellement pour tenir compte du nouveau diamètre.

A titre d'exemple, l'illustration 12 présente les valeurs observées du taux d'accroissement moyen en diamètre, en fonction du D.H.P. pour le pin blanc. On y retrouve également la représentation graphique de même que l'équation mathématique de la régression calculée.

3.2.4 Validation de la méthode

Afin de vérifier si la méthodologie retenue définit bien le comportement de la forêt observée entre les deux mesures des p.e.p., une validation a été faite avec le pin blanc contenu dans les p.e.p. de l'unité de gestion Témiscamingue (81). En suivant la procédure précédemment décrite, la mesure 1 a été projetée jusqu'à la mesure 2, soit une période de vieillissement de 7 ans. Ensuite, la mesure 2 calculée est comparée avec celle observée. L'illustration 13 en donne le résultat.

Le comportement global du nombre de tiges et de la surface terrière a été estimé avec exactitude, respectivement 99,7 et 98,8%. Le comporte-

Illustration: 12

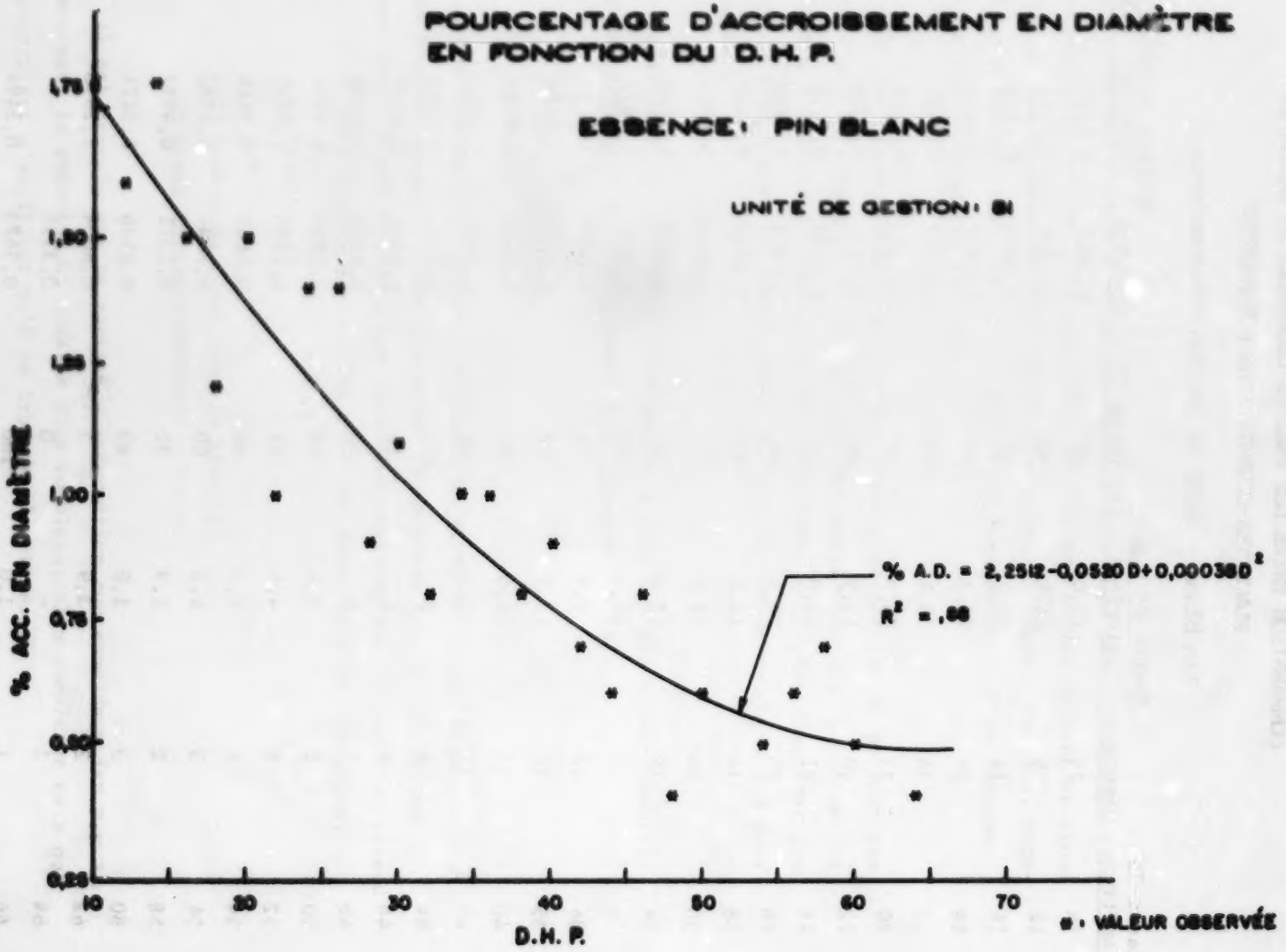


Illustration: 13

COMPARAISON ENTRE LES VALEURS OBSERVEES ET CALCULEES

PLACETTES-ECHANTILLONS PERMANENTES

Pin blanc - unité de gestion Témiscamingue

Classe de diamètre	Nombre de tiges			Surface terrière (m^2)		
	Observées	Calculées	Précision (%)	Observée	Calculée	Précision (%)
10	25	22,0	88	0,2007	0,1731	86
12	29	26,8	92	0,3350	0,3017	90
14	17	27,2	40	0,2608	0,4046	45
16	24	23,2	97	0,4877	0,4661	96
18	34	33,1	97	0,8587	0,8441	98
20	22	24,2	90	0,6979	0,7678	90
22	20	15,9	80	0,7639	0,6059	79
24	21	20,8	99	0,9389	0,9214	98
26	13	18,4	60	0,6902	0,9838	58
28	14	11,6	83	0,8682	0,7066	81
30	15	11,6	77	1,0536	0,8141	77
32	19	17,0	90	1,5409	1,3680	89
34	12	16,4	63	1,0870	1,4972	64
36	12	9,9	83	1,2399	1,0264	83
38	12	13,9	84	1,3639	1,5686	85
40	17	14,6	86	2,1270	1,8296	86
42	10	13,2	68	1,3872	1,8250	68
44	9	9	100	1,3634	1,3703	100
46	9	4	44	1,5055	0,6690	45
48	5	8	40	0,9100	1,4378	42
50	2	2,4	80	0,3950	0,4702	81
52	6	4,6	77	1,2790	0,9857	77
54	2	1,6	80	0,4681	0,3614	77
56	3	4,2	60	0,7467	1,0382	61
58	2	1,9	95	0,5311	0,4997	94
60	3	1,8	60	0,8576	0,5121	60
62	2	3,9	5	0,6008	1,1658	5
64	1	-	0	0,3196	-	0
66	1	1,0	100	0,3473	0,3494	99
68	-	0,9	0	-	0,3278	0
70	1	-	0	0,3936	-	0
TOTAL	362	363,1	99,7%	25,6192	25,2914	98,8%

ment estimé par classe de diamètre est variable mais dans l'ensemble très acceptable, surtout si l'on considère que les précisions faibles se trouvent dans les classes de diamètre où il y a peu de tiges. De plus, lorsqu'il y a imprécisions, celles-ci sont vite compensées si l'on regarde les classes de diamètre voisines.

Il faut noter, toutefois, que la présente validation ne se veut pas un test sur la précision de la méthode, puisque toutes les placettes qui ont servi à établir le modèle ont été utilisées, mais bien démontrer que celui-ci décrit bien le comportement de la forêt observée entre les deux mesures.

Finalement, la procédure pour mettre à jour les placettes-échantillons est présentée schématiquement à l'illustration 14.

3.2.5 Remarques

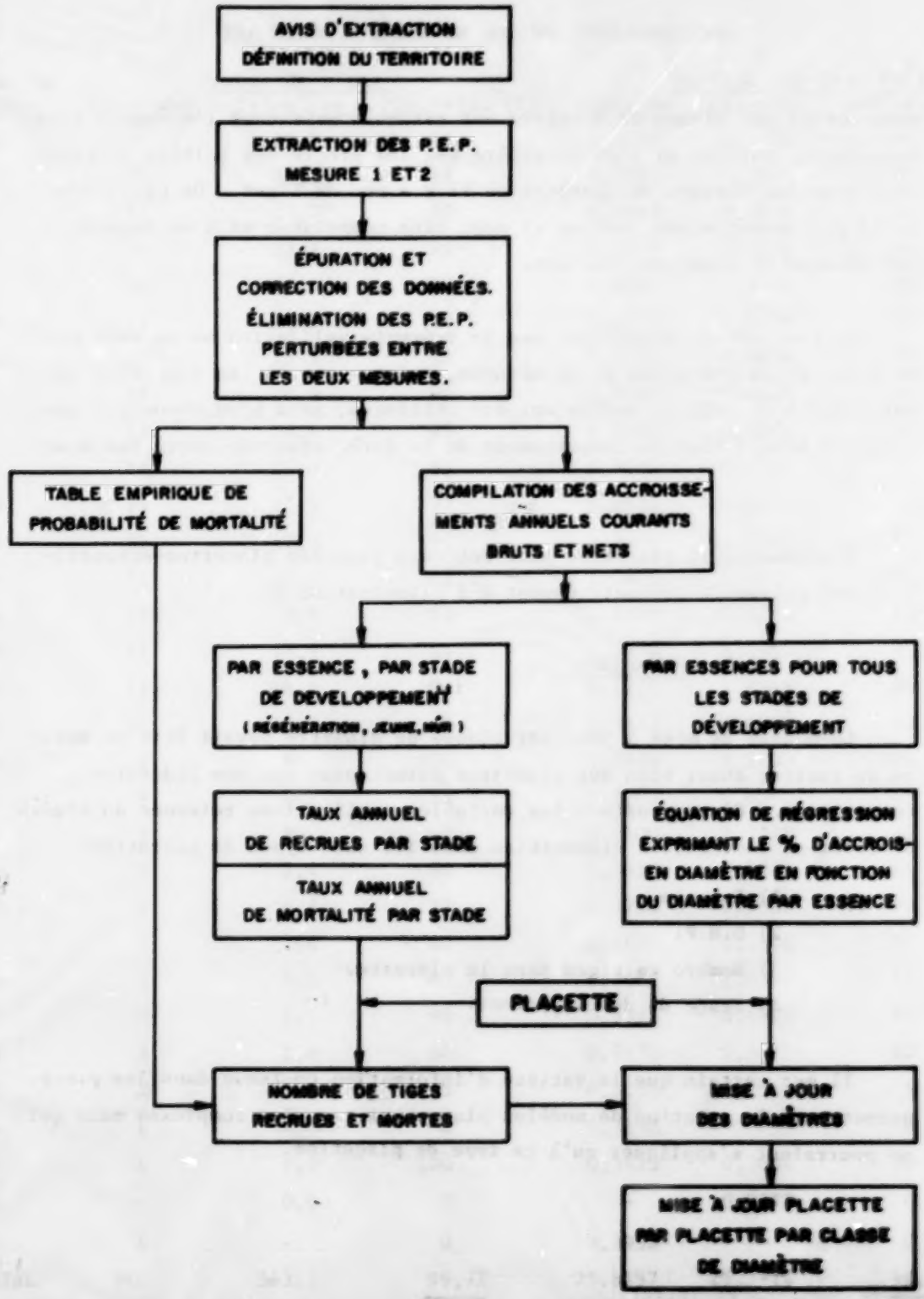
Le modèle de mise à jour par classe de diamètre devait être en mesure de traiter aussi bien des placettes permanentes que des placettes temporaires. C'est pourquoi les variables explicatives retenues au niveau de celui-ci sont celles disponibles dans les deux types de placettes:

1) Essence.
2) D.H.P.
3) Nombre de tiges dans la placette.
4) Stade de développement.

Il est certain que la variété d'information contenue dans les p.e.p. permettrait la création de modèles plus complets, plus complexes mais qui ne pourraient s'appliquer qu'à ce type de placettes.

ILLUSTRATION: 14

SCHÉMA ILLUSTRANT LE MODÈLE DE MISE À JOUR DES PLACETTES DE L'INVENTAIRE FORESTIER



4. UTILISATION DES PLACETTES PERMANENTES

4.1 Estimation de la précision du taux d'accroissement du volume marchand toutes essences, observé dans les p.e.p.

Le rapport entre les volumes observés aux deux mesures permet de calculer le taux d'accroissement en volume ayant prévalu dans les p.e.p. Considérant les utilisations envisagées des p.e.p., il est intéressant de connaître avec quelle précision ce taux d'accroissement peut être déterminé.

La méthode utilisée pour calculer cette précision est celle de l'estimé-quotient stratifié*. Les strates étant les trois stades de développement suivants: en régénération, jeune, mûr.

Les calculs ont été faits pour deux territoires distincts. L'un est situé dans la forêt feuillue, l'autre en forêt résineuse. Les résultats sont les suivants:

Unité de gestion	Nombre de p.e.p.	Précision
71-72**	436	97%
86	158	97%

Cela signifie que dans les territoires étudiés, le taux d'accroissement en volume marchand toutes essences, observé dans les placettes permanentes sur une période de 8 ans, est précis à 97% à un niveau de probabilité de 95%.

De plus, à l'aide des mêmes données, on estime que le nombre de p.e.p. nécessaire pour obtenir 95% de précision sur ce taux d'accroissement à un niveau de probabilité de 95%, peut être de l'ordre de 100 pour la forêt résineuse, à 250 pour la forêt feuillue.

---

* Sampling techniques W.G. Cochran, 1977
** Ancienne délimitation

4.2 Ré-utilisation des placettes-échantillons permanentes

4.2.1 But

L'emploi majeur à court terme des p.e.p. est leur ré-utilisation dans le nouveau programme d'inventaire forestier. La ré-utilisation de ces placettes représente une importante économie. Ainsi, à titre d'exemple, cela permet d'épargner l'établissement de 480 placettes pour les territoires échantillonnés en 1982.

Toutefois, l'année d'établissement de ces placettes ne correspond pas avec celle du nouveau programme d'inventaire. Il peut y avoir un décalage de 4 ans et plus entre les deux inventaires. Conséquemment, afin qu'il soit sur une base commune, il est nécessaire de procéder à la mise à jour des placettes permanentes.

Cette actualisation des p.e.p. est faite selon la méthode décrite dans la section 3.2 du présent document. Il s'agit évidemment d'une actualisation par classe de diamètre.

4.2.2 Contrôle des résultats

Conscient de l'importance qu'a le résultat du processus d'actualisation sur les résultats globaux de l'inventaire forestier, différentes validations sont effectuées pour en assurer la justesse. Celles-ci sont au nombre de trois:

1) Après avoir établi le modèle de mise à jour pour un territoire donné, toutes les placettes utilisées sont projetées de la mesure 1 à la mesure 2. Cela permet de vérifier si le modèle traduit correctement

les changements de la forêt observée entre les deux mesures.

2) Lors de la projection dans le temps, c'est-à-dire de la mesure 2 à l'année du programme d'inventaire et si cela est jugé nécessaire, les résultats globaux (nombre de tiges, surface terrière) obtenus à l'aide du modèle par classe de diamètre, sont comparés à ceux obtenus par le modèle mis au point par le C.R.F.L.

3) Finalement, un nombre restreint de p.e.p. (5%) sont remesurées (3ième mesure) à l'année du programme d'inventaire forestier. Cet échantillonnage permet, en plus de tester le modèle, de vérifier s'il n'y a pas eu de modifications importantes dans le comportement de la forêt après la 2ième mesure.

4.2.3 Remarques sur la ré-utilisation des p.e.p.

A cours de l'automne 1982, 27 p.e.p. des unités de gestion 71 et 72 (selon l'ancienne délimitation) ont reçu une troisième mesure et ce, quatre ans après la deuxième mesure. Ce travail avait pour but de valider les résultats des p.e.p. mises à jour préalablement à leur utilisation dans le nouveau programme d'inventaire forestier. En autres, ce travail a permis de mettre en évidence les points suivants:

1) La forêt peut subir des modifications importantes sur une période de quatre ans. Ainsi, l'on a observé que, dans les 27 p.e.p. remesurées, le nombre de tiges a augmenté de 15%, tandis que la surface terrière correspondante progressait de 12%. Pour un cas extrême, comme le peuplier faux-tremble, l'augmentation fut de 37% pour ces deux variables.

2) Les essences affectées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (T.B.E.), surtout le sapin baumier, doivent faire l'objet d'une attention spéciale. Le cas des unités de gestion 71 et 72 illustre très bien la situation. En effet, les deux mesures servant à établir le modèle se situaient en pleine période épidémique de T.B.E. (1971 - 1978), tandis que lors de la période d'actualisation (1978 - 1982), l'épidémie est en nette régression sinon terminée. Il est donc illogique d'utiliser intégralement le comportement du sapin observé entre 1971 et 1978 pour prévoir celui entre 1978 et 1982, surtout concernant la mortalité des tiges. La solution optimale consiste à garder constant le nombre de tiges survivantes à la mesure 2 et d'effectuer uniquement la mise à jour en diamètre de ces tiges.

3) Toujours en se référant aux 27 p.e.p. remesurées et si l'on tient compte du point 2, la 3ième mesure calculée à l'aide du modèle de mise à jour est précise à 92 et 97% pour, respectivement le nombre de tiges et la surface terrière. Comparativement, si l'on utilise la 2ième mesure non actualisée, la précision serait de 85 et 88%.

4) Certaines données contenues dans les p.e.p. et faisant partie des informations récoltées dans le programme d'inventaire forestier en cours, ne sont pas actualisées. Il s'agit des essences non commerciales, des tiges non marchandes (2, 4, 6, 8 cm), des observations d'arbres et finalement de la qualité des tiges. Elles seront utilisées telles qu'à la mesure 2 ou, tout simplement éliminées comme c'est le cas notamment de la qualité, étant donné les changements dans la norme de classification des tiges.

Le vieillissement des p.e.p. permet de minimiser l'effet de l'écart de temps entre les deux inventaires. Cela repose sur l'hypothèse que les changements observés entre les deux mesures des p.e.p. sont représentatifs des changements qui se produiront à court terme dans ces mêmes placettes. Le temps maximal de vieillissement envisagé est égal au nombre d'années entre les deux mesures.

4.3 Ré-utilisation des placettes-échantillons temporaires (p.e.t.)

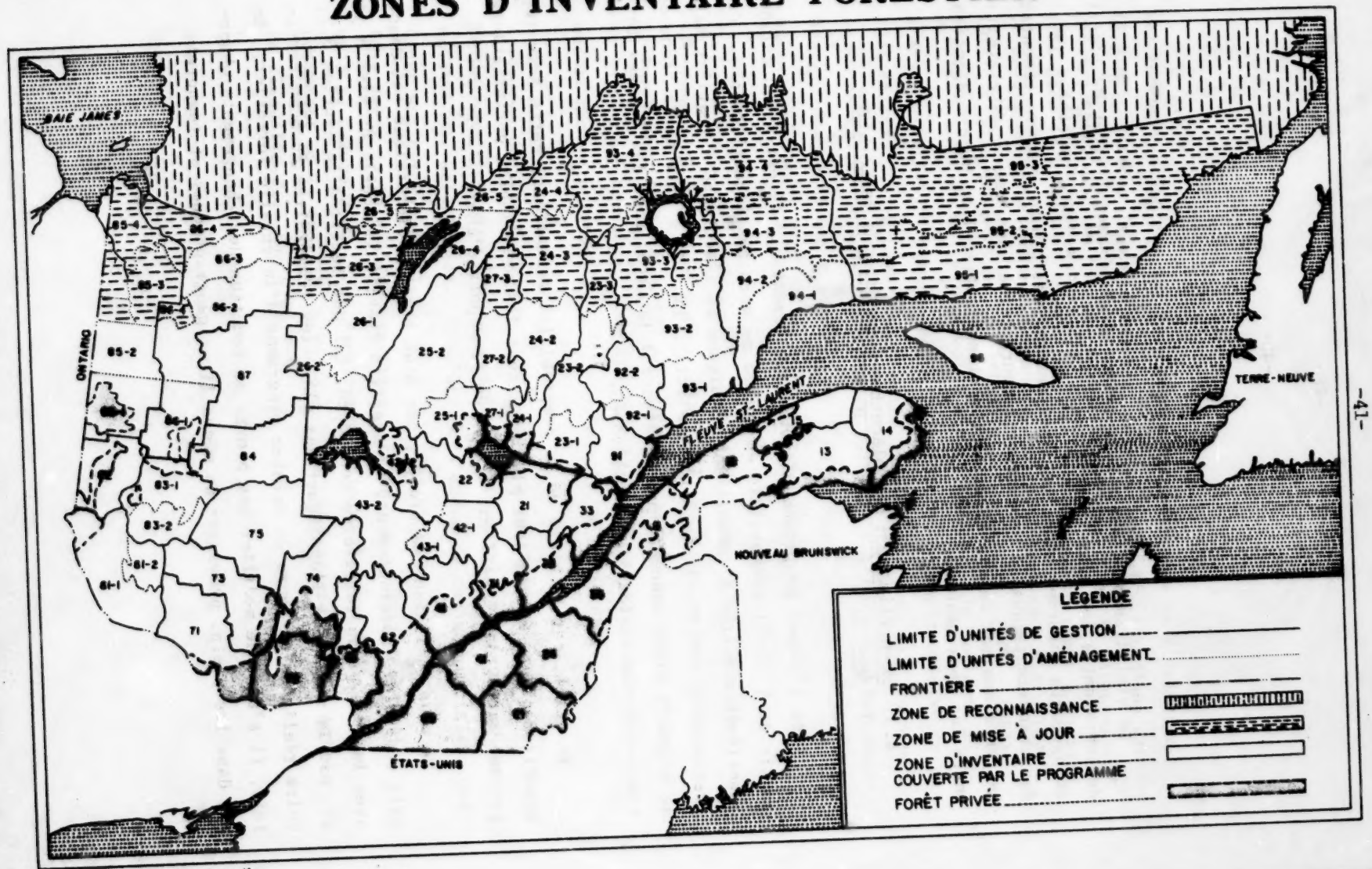
Dans l'actuel programme d'inventaire forestier, il est prévu qu'une partie de la forêt commerciale du Québec ne sera pas échantillonnée. Celle-ci, constituée d'unités d'aménagement nordiques où l'activité forestière est quasi inexistante, est localisée à l'illustration 15. Il s'agit de la "zone de mise à jour", ainsi dénommée par référence à la façon dont les données forestières pour ce secteur seront obtenues.

En effet, par le biais de la comptabilité forestière, cette zone reçoit annuellement une mise à jour planimétrique; les principales perturbations y étant cartographiées: feux, lignes de transport d'énergie etc...

De plus, à l'aide des p.e.p., une mise à jour volumétrique est désormais possible. Succinctement, il s'agit d'établir le modèle de mise à jour avec les p.e.p. du territoire considéré, tel que décrit à la section 3.2, et, par la suite, de l'appliquer aux placettes temporaires du même territoire réalisées au cours du dernier programme d'inventaire forestier. En fait, il s'agit de modifier les p.e.t. en fonction des changements observés dans les p.e.p. provenant de mêmes lieux géographiques et temporels.

ILLUSTRATION-15

ZONES D'INVENTAIRE FORESTIER



Service de l'inventaire forestier

En outre, à ces placettes temporaires actualisées, s'ajouteront des données plus récentes provenant de la deuxième mesure des p.e.p.

Enfin, l'information contenue dans toutes ces placettes, étant disponible par classe de diamètre, on pourra les compiler selon le mode conventionnel comme s'il s'agissait d'un nouvel inventaire et ainsi, disposer de résultats complets.

Considérant les utilisations éventuelles des données forestières provenant de ce secteur, la méthode ci-haut décrite semble des plus valables et cela, *a fortiori*, si l'on tient compte qu'il s'agit là d'une forêt relativement stable et peu perturbée (pas de coupes, pas ou peu d'épidémie de T.B.E.).

4.4 Facteurs d'actualisation

Il va sans dire que des différentes compilations décrites précédemment, il peut se dégager quantités d'informations sur la forêt et son développement. Entre autres, on a la possibilité de quantifier les changements survenus au niveau de chacune des composantes de la croissance forestière: mortalité, recrue, accroissement.

Ainsi, pour chaque essence d'un territoire donné, il est possible d'estimer les changements qui se produiront à court terme à partir de ceux observés dans un passé immédiat. Bien entendu, cette dernière affirmation n'est valable que si l'on retient l'hypothèse que les changements observés dans un passé immédiat sont représentatifs de ceux qui se produiront dans un proche avenir.

Ces changements sont exprimés en pourcentage annuel de variation et sont calculés pour chacune des composantes de la croissance. On les dénomme "facteurs d'actualisation", car ils permettent l'actualisation de certaines données contenues dans les compilations d'inventaire forestier.

L'illustration 16 présente les différents facteurs d'actualisation calculés. Ce genre de tableau sera inséré dans les rapports de compilation du nouveau programme d'inventaire forestier de chaque unité de gestion (en autant que les deux mesures des p.e.p. soient réalisées). Il permet d'un seul coup d'oeil, d'évaluer avec précision l'état de la croissance pour le volume marchand toutes essences, tout en étant un excellent indicateur de cet état au niveau de chaque essence.

De plus, comme mentionné précédemment, les facteurs d'actualisation permettent une certaine mise à jour des résultats d'inventaire forestier. En effet, on sait que dans les compilations d'inventaire forestier dites "à jour", seule la mise à jour des superficies et des volumes correspondants est effectuée par le biais de la comptabilité forestière. Avec ces facteurs, on pourra désormais estimer le gain ou la perte de matière ligneuse imputable au phénomène de la croissance et ainsi ajuster les volumes indiqués dans les compilations. Il est bien entendu, toutefois, que ces ajustements sont à la discrétion de l'utilisateur et ne sont pas intégrés au processus de compilation proprement dit.

Concernant la façon d'utiliser ces facteurs d'actualisation, on doit employer le mode de calcul illustré à la page suivante et éviter les périodes d'actualisation trop longues. Celles-ci devraient toujours être de l'ordre du nombre d'années entre les deux mesures. Cette dernière information est indiquée sur le tableau des facteurs d'actualisation.

Illustration: 16

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de l'inventaire forestier

FACTEURS D'ACTUALISATION*

(Programme décennal d'inventaire forestier 1982-19....)

TERRITOIRE :

.....

.....

.....

ESSENCES	POURCENTAGE ANNUEL DE VARIATION DU NOMBRE DE TIGES			POURCENTAGE ANNUEL DE VARIATION DU VOLUME MARCHAND			
	% RECRUE	% MORTALITÉ	% TOTAL	% RECRUE	% ACCROISSEMENT	% MORTALITÉ	% TOTAL

* Calculés à partir des placettes-échantillons permanentes

ANNÉES DE MESURE

année n° 1 : .....

année n° 2 : .....

ERF-3210-40(82-12)

A titre d'exemple, considérons le cas suivant:

- Année du sondage: 1980
- Compilation d'inventaire "à jour": en 1985
- Volume marchand toutes essences "à jour": 10 000 000m^3 = Vj
- Facteurs d'actualisation pour le volume marchand toutes essences:
  - . %A = % accroissement: 1,2% = 0,012
  - . %R = % recrue: 0,7% = 0,007
  - . %M = % mortalité: 0,8% = 0,008
- n = nombre d'années d'actualisation = 5

Le nouveau volume marchand toutes essences "à jour" en 1985 qui tient compte de la croissance de la forêt (VjC) se calcule comme suit:

$$\{Vj \times (1 + \%A)^n + [Vj \times (\%R - \%M)n]\} = VjC$$

$$\{10\,000\,000 \times (1,012)^5 + 10\,000\,000 \times (0,007 - 0,008) \times 5\} = 10\,564\,600\ m^3$$

CONCLUSION

Après avoir présenté brièvement le réseau de placettes-échantillons permanentes réalisé par le service de l'Inventaire forestier, le présent document fait état des travaux effectués pour en assurer le maximum d'utilisations.

Celles-ci sont nombreuses et diverses; il peut s'agir de compilations simples, statiques, mais aussi complexes, comme la construction de modèles dynamiques prévoyant le comportement de la forêt. D'ailleurs, les différents milieux d'où les demandes sont parvenues jusqu'à maintenant en font foi: organismes gouvernementaux, centre de recherches, université, compagnies forestières et ingénieurs-conseils.

On a pas la prétention, toutefois, d'avoir vidé la question. On s'est dirigé, tout au plus, vers ce qui apparaissait fondamental et, à court terme, le plus susceptible d'aider les forestiers:

- Rendre l'information disponible
- Faire le bilan de la croissance forestière
- Ré-utiliser le maximum de placettes-échantillons

Quant aux développements futurs, ils se feront dans le sens des demandes ou commentaires reçus, d'où l'importance d'en formuler.

Finalement, il est important de souligner les limites d'un tel réseau de p.e.p. La qualité de ces placettes (répartition aléatoire, toutes tenures, quantité d'informations) font qu'il a fallu en restreindre la quantité

pour des raisons de coût. En conséquence, la valeur statistique des différentes informations en découlant est plus ou moins adéquate, dépendemment du niveau traité et du morcellement envisagé. Cela n'altère nullement le caractère inédit et informatif de ces données forestières mais exige de la part de l'usager, prudence et discernement.

REFERENCES

Boudoux, M. et Bonenfant, F., 1979. Système automatique conversationnel d'analyse de données statistiques. C.R.F.L., Ste-Foy, Québec. Rapp. Inf. LAU - X - 39. 22 pages.

Cochran, William G. Sampling Techniques. John Wiley and Sons, 1977. 428 pages.

Lanford, B.L. et Cunia, T. Stand projection by simulation using CFI data.

Létourneau, Laurent. Updating continuous forest inventory by simulation. Forest Resource inventories workshop proceeding. Colorado State University, Fort Collins, July 23-26, 1979. Vol. I, 13 pages.

Noël, C. et Rouleau, R., 1979. Parcelles-échantillons permanentes - normes techniques 1979. Service de l'Inventaire forestier, Québec. 112 pages.

SPSS, 1975. Statistical package for the social sciences. McGraw-Hill Book company.

Ung, C.H. et Beaulieu, J., 1980. Projet "rendement des forêts mélangées et feuillues". Rapport d'étape # 1. C.R.F.L., Ste-Foy, Québec. 33 pages.

Ung, C.H. et Beaulieu, J., 1980. Table de rendement des peuplements feuillus et mélangés. Rapport d'étape # 2. C.R.F.L., Ste-Foy, Québec,

Ung, C.H., 1980. Rapport d'étape # 3 (appendices). C.R.F.L., Ste-Foy, Québec. 12 pages.

Ung, C.H., Beaulieu, J. et Demers, D., 1982. Croissance des essences feuillues et résineuses: conception et utilisation d'un modèle de prédiction. C.R.F.L., Université Laval, ministère de l'Energie et des Ressources. 20 pages.

Ung, C.H., Beaulieu, J. et Demers, D., 1982. Modèle de prédiction des essences feuillues et résineuses du Québec. Can. J. For. Res. 12(2).